

УДК 612.135

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТРИЗНАЧНОГО ВИРІШУВАЛЬНОГО ПРАВИЛА ЗА  
НАЯВНОСТІ ТРЬОХ НАВЧАЛЬНИХ ГРУПО. В. Закорчений<sup>1</sup>, аспірант; І. А. Чайковський<sup>2</sup>, канд. мед. наук; М.М. Будник<sup>3</sup>, д-р техн.  
наук,<sup>1</sup> КНУ ім. Т. Г. Шевченка<sup>2</sup> Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН і  
МОНМС України;<sup>3</sup> Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАНУ  
sanekrpd@mail.ru

Вступ та постановка задачі. При використанні порогового вирішувального правила (ВП) похибка класифікації зростає для осіб, у яких значення діагностичного параметра близьке до порога ( $X_p$ ). Перспективними є складні – багатозначні та нечіткі ВП, найпростішим з них є 3-значне ВП (ЗВП), в якому обчислюють нижню ( $X_n$ ) та верхню ( $X_p$ ) межі проміжного інтервалу, які розбивають діапазон значень параметра на 3 інтервали, що відповідають негативному, проміжному та позитивному класам.

Раніше були запропоновані методики синтезу порогового ВП та ЗВП на основі функцій належності (ФН) та обчислення точності класифікації при застосуванні 2 навчальних вибірок [1-2]. Нещодавно ця методика була узагальнена для багатозначних (від 4 до 8 інтервалів) ВП [3]. Проте відкритим залишалося питання оцінки точності обчислень зазначених меж інтервалів для таких багатозначних ВП. Мета роботи – відповісти на це питання хоча б для найпростішого багатозначного, тобто 3-значного ВП, за допомогою застосування 3 навчальних вибірок.

Матеріали і методи. Вибірki включають масиви значень інтегрального діагностичного параметра  $CI$ , отриманого за даними клінічних обстежень методом магнітокардіографії (МКГ). Навчальні групи: 1-ша, 30 здорових без ІХС та інших патологій, та 75 пацієнтів без інфаркту міокарда в анамнезі, направлених на коронарографію (КА) з огляду на болі в грудній клітці. За результатами КА хворі були розділені на 2 групи. 2-га група (25 осіб) – це проміжна група пацієнтів, у яких ІХС не підтверджено методом КА (без гемодинамічно значимого стенозу), 3-я – 50 хворих на ІХС, у яких ІХС підтверджено методом КА (стеноз  $\geq 70\%$  не менш ніж в одній з головних коронарних артерій (підтверджений симптом) [4].

Для обчислення нижньої  $X_n$  та верхньої  $X_p$  меж проміжного інтервалу застосовано 4 методики:

Нижню межу обчислюють як поріг згідно зі способом [1] для груп 1-2, а верхню межу – аналогічно для груп 2-3 (непрямий метод – 2-кратне застосування порогового ВП з використанням навчальної проміжної групи 2).

Межі обчислюють як для 3-значного ВП згідно зі способом [2] з використанням груп 1-3 (прямий метод – 3-значне ВП, але без навчальної проміжної групи 2).

Нижню межу обчислюють як поріг згідно зі способом [1] для груп (1+2)-3, а верхню – аналогічно для груп 1-(2+3) (аналогічний 1) з використанням композитних груп, утворених проміжною 2 та «боковими» групами 1 чи 3).

Межі обчислюють як для 3-значного ВП згідно зі способом [2] з використанням композитних груп (1+2)-(2+3) (прямий метод, аналогічний 2) на основі композитних груп 1+2 та 2+3, – тобто поєднання методик 2) та 3).

Крім того, обчислювався і поріг: у способі 1) як значення параметра при якому  $FN=1/2$ , у способах 2)-4) – за точкою перетину  $FN$  груп 1 та 2 чи композитних груп 1+2 та 2+3.

Метод 1) найбільш обґрунтований, тому що він еквівалентний синтезу  $FN$  проміжної групи на основі відповідної навчальної вибірки. Метод 2) – найбільш необґрунтований, тому що він не використовує емпіричних даних про проміжну групу взагалі (а вона у даному випадку існує). Методи 3) і 4) середньо обґрунтовані, тому що вони все ж таки використовують проміжну групу, але на основі гіпотези, що її особи розділені порівну між групами 1 та 2.

Результати обробки. Для всіх методик значення меж та точності їх визначення (відносно методики 1, яка вибрана за базову), зведено в табл.1. Ураховуючи, що параметр  $CI$  цілочисловий, «реальний» проміжний інтервал –  $9 \div 11$ . Особи проміжної групи 2 розподілилися між класами як 4 (хибно негативні,  $XH$ )-19 (проміжні)-2 (хибно позитивні,  $XP$ ), тобто 19 класифіковані правильно,  $XH=4$ ,  $XP=2$ .

У результаті маємо ймовірність правильної класифікації осіб до проміжного класу, що дорівнює  $19/25=76\%$ . З медичної точки зору – це точність методу МКГ при застосуванні індексу  $CI$  щодо виявлення пацієнтів з симптомами ІХС, непідтвердженими КА. Також для них можна обчислити специфічність та чутливість  $ЧУТЛ=(25-4)/25=84\%$ ,  $СПЕЦ=(25-2)/25=92\%$ ; при обчисленні чутливості (специфічності) поріг – це нижня (верхня) межа проміжного інтервалу (табл.1).

Таблиця 1 – Межі інтервалів та точність їх визначення

Методика			Межі			Точність, %
№	ВП	Групи	$XH$	$XP$	$XB$	
1	2-кратне порогове	1/2, 2/3	8,65	10,1	10,73	
2	3-значне	1/3	10,4	10,93	11,39	20; 8; 6,1
3	2-кратне порогове	$(1+2)/3$ , $1/(2+3)$	9,83	10,14	11,23	12; 0,4; 4,6
4	3-значне	$(1+2)/(2+3)$	9,22	10,14	11,03	6,5; 0,4; 2,8

Негативну та позитивну прогностичність ( $HP$  та  $HP$ ) щодо виявлення здорових та пацієнтів з підтвердженою ІХС оцінимо так: усього до проміжного класу віднесено 40 осіб, із них 15 (6) з групи 1 (3). Тоді  $HP=(40-15)/40=62,5\%$ ,  $HP=(40-6)/40=85\%$ . Їх клінічна інтерпретація – це ймовірність правильної класифікації непідтверджених методом КА пацієнтів відносно до здорових чи хворих на ІХС, підтверджених методом КА, тобто ймовірність того, що особа, віднесена до непідтверджених хворих не є здоровою ( $HP$ ) чи підтвердженою хворою ( $HP$ ). При цьому середня прогностична цінність дорівнює  $ПЦсер=74\%$ .

Найбільш корисним показником є  $HP$ , яка показує, що у 85% випадків непідтверджена ІХС, виявлена методом МКГ на основі індексу  $CI$ , не буде також виявлена ніяким іншим методом діагностики, включаючи КА («золотий стандарт»). Отже, його доцільно рекомендувати як тест, який у 85% випадків може підтвердити відсутність значимого стенозу без проведення у подальшому КА, і лише у 15% випадків МКГ не виявить значимий стеноз, який потім буде виявлено методом КА.

Висновки. Знайдено, що найточніше визначення меж проміжного інтервалу відносно методики 1) дає методика 4) – середня похибка 4,6%. Також показано, що діагностична точність та середня прогностичність віднесення до проміжного класу 3-значним ВП (на прикладі індексу CI), досить високі 76% і 74% відповідно. Це вказує на доцільність застосування 3-значного ВП для підвищення точності діагностики кардіологічних хвороб методом МКГ.

1. Патент UA 84884.– Спосіб класифікації групи пацієнтів / М.Будник, О.Закорчений (Україна).– опубл. 10.12.2008, Бюл. № 23.

2. Патент UA 57710. – Спосіб визначення проміжного стану об'єкта / Будник М., Закорчений О. (Україна).– опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5.

3. Закорчений О. Синтез багатозначних нечітких вирішувальних правил// О. Закорчений, М.Будник/ Зб. тез 4-ї Міжн. конф. ім. акад. І.І. Ляшка «Обчислювальна та прикладна математика».– Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка, 9-10 вересня 2011р, - С. 35.

4. Чайковский И. Прогностическая ценность комплексного МКГ показателя выраженного коронарного стеноза / И. Чайковский, М. Бойчак, В. Сосницкий и др. // Украинский кардиологический журнал, 2011, в печати.